



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Óptica y Optometría

Estudio de las condiciones visuales en el deporte

Autor/es

Amanda Sarasa Castiella

Director/es

Noemí Elia Guedea

Universidad de Zaragoza
2013-2014

Agradecer la participación al Club Atlético Escalerillas, por toda su disposición y facilidades que me han ofrecido a lo largo de todo el estudio, y que me ha permitido unir mis dos aficiones.

Por otra parte, destacar a toda esa gente que forma el Atlético Escalerillas y que le da vida cada fin de semana.

Agradecer por otra parte a Noemí, por toda la ayuda y trabajo depositado en este estudio.

ÍNDICE

Introducción.....	1
VISIÓN Y DEPORTE.....	1
AGUDEZA VISUAL.....	1
Agudeza Visual Estática.....	1
Agudeza Visual Dinámica.....	2
SENSIBILIDAD AL CONTRASTE.....	3
CAMPO VISUAL.....	4
MOVIMIENTOS OCULARES.....	5
Movimientos oculares extrínsecos.....	5
Movimientos sacádicos, de seguimiento y fijaciones.....	5
FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA.....	5
FUSIÓN Y ESTEREOPSIS.....	6
1. Objetivo.....	7
2. Material y métodos.....	7
3. Resultados.....	10
ESTUDIO POR CATEGORÍAS.....	11
Agudeza visual estática.....	11
Sensibilidad al contraste.....	11
Campo Visual.....	12
Movimientos Oculares Extrínsecos(MOE).....	12
Movimientos sacádicos.....	13
Flexibilidad acomodativa.....	13
Fusión.....	14
Estereopsis.....	14

ESTUDIO POR SUBCATEGORÍAS.....	15
Agudeza visual estática.....	15
Sensibilidad al contraste.....	15
Campo Visual.....	16
Movimientos Oculares Extrínsecos(MOE).....	17
Movimientos sacádicos.....	17
Movimientos de seguimientos.....	19
Flexibilidad acomodativa.....	20
Fusión.....	20
Estereopsis.....	21
4. Discusión.....	22
5. Conclusión.....	23
6. Aplicaciones futuras.....	24
Bibliografía.....	25

Introducción

VISION Y DEPORTE

La mejora del rendimiento deportivo, gracias a la mejora de cualidades visuales es un tema cada vez más estudiado.

En los últimos años se ha investigado acerca de la importancia de la visión para el deportista y la importancia de tener una visión eficiente. Los científicos investigan si las destrezas visuales que poseen muchos deportistas pueden ser adquiridas a través de la práctica y mejoren así esta, particularmente, si los deportistas expertos poseen una mayor ventaja sobre los deportistas menos expertos¹.

En el deporte, participan muchos campos funcionales de una persona, la función visual, la coordinación de movimientos, la función cognitiva, la velocidad de reacción para decidir cuál será el siguiente movimiento que ejecutarás, saber adelantarte al rival, leer su juego... y todos tienen que actuar conjuntamente para realizar una buena acción.

No hay muchos estudios que evalúen los diferentes aspectos visuales que se involucran al jugar al fútbol, aunque si de otros deportes como el rugby, baloncesto o waterpolo, y todos ellos tienen características comunes.

Cuando hablamos de buena visión en el fútbol, no solo hablamos de una buena AV. Muchos otros aspectos de la función visual están comprometidos. De este modo, no solo es importante una buena AV estática, sino que cobra importancia la AV dinámica, los reflejos visuales, los movimientos de músculos extraoculares, el campo visual, la coordinación ojo-mano, ojo-pie,... en definitiva, una correcta función visual. Por lo tanto muchos aspectos de la visión tienen que ser analizados y estudiados para determinar si es eficiente para la práctica del deporte.

Aunque todos estos aspectos están relacionados, no todos se desarrollan en la misma etapa evolutiva de la persona.

A lo largo de los 3 primeros meses, los estímulos visuales que recibe la retina, van a ir estimulando el desarrollo del sistema visual, aumentando considerablemente la AV y mejorando la precisión de los movimientos oculares, los reflejos oculomotores, la estereopsis y en conclusión la función visual².

La mayoría de estos aspectos, que en su totalidad forman la función visual, han sido objeto de estudio con anterioridad y se siguen estudiando en otros proyectos^{5,6,7,8,11,17,20,23}.

AGUDEZA VISUAL

Agudeza Visual Estática

Uno de los primeros aspectos que se desarrolla es la AV, comienza a desarrollarse durante a los 6-8 meses de vida y se estima que crece linealmente hasta los 48 meses cumpliendo que sea en cpd aproximadamente igual a la edad en meses³.

Desde un punto de vista clínico, la AV se considera similar a la de un adulto cuando han alcanzado los 6 años, momento en el que termina el periodo de emetropización, aunque hay evidencias de que esto no sea así, y parece que depende de cómo se realice la medición de la AV³.

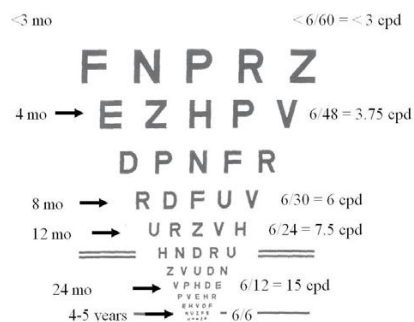


Imagen 1: AV por edad y cpd³

Agudeza Visual Dinámica:

La AV estática (AVE) solo mide la calidad de la visión cuando tanto la persona como el objeto están parados, pero hay que tener en cuenta que cuando estás practicando un deporte, las condiciones no son las mismas y por lo tanto no se puede enfocar de la misma manera lo que quieres observar. A este concepto se le llama agudeza visual dinámica (AVD).

La AVD ha sido mucho menos estudiada que la AVE, y aunque normalmente se suele usar más esta última para la evaluación de la calidad visual, no sería tan correcto su uso, ya que en el día a día o bien la persona o el objeto que se quiere enfocar están en movimiento.

Se han hecho pocos estudios de cómo es la visión ante estímulos en movimiento, más bien, se han centrado en identificar qué aspectos del estímulo en movimiento influyen en la AVD.

La investigación tiende a indicar, no sin ciertas contradicciones, que la AVD mejora entre los 10 y 20 años, y empieza a disminuir después de esa edad⁹.

Sí que se ha llegado a la conclusión de que está muy relacionado con la iluminación, contraste, tamaño y velocidad⁴, también existen datos que afirman que la AVD de los deportistas de baloncesto⁵, béisbol⁶, softball⁷ o voleibol^{8,9} es superior a la de la población sedentaria.

Gozar de una óptima AVE no garantiza una buena AVD, según Westheimer (1954), la AVE está relacionada con la AVD sólo a velocidades bajas, inferiores a 20-30º/seg⁹.

Se ha demostrado que cuando aumenta mucho la velocidad, la AVD empieza a deteriorarse, pero no se ha llegado a ninguna conclusión de a partir de qué velocidad ocurre esto, ya que cada autor ha llevado un método diferente para su cálculo y no se han obtenido los mismos resultados. Así, Weissman y Freeburne (1965) establecen los 120º/seg, Brown (1972) sugirió los 25-30º/seg, mientras que Prestrude (1987) señala los 50º/seg como velocidad límite⁴.

En cuanto al resto de características del estímulo (contraste, tamaño, iluminación) se ha visto que cuanto mayor es el contraste, el tamaño o la iluminación, más alto será el valor de la AVD¹⁰.

También se sabe que es más fácil de percibir algo en movimiento cuando tenemos un punto de referencia al que estemos observando⁴.

En el fútbol, en el cual hay tantos estímulos visuales en el campo de juego, es necesario ser capaz de saber identificar un objeto que se mueve en el espacio, ya sea un jugador o la pelota en movimiento, mientras se fija la vista en un jugador, quedando muy relacionado con el campo visual.

Habría sido interesante evaluar la AVD como una de las pruebas en este trabajo, pero debido a la falta de material para su elaboración y que las pruebas se realizaron en el club de fútbol no fue posible.

Los instrumentos hasta ahora utilizados para medir la AVD no son muchos, no son muy adecuados para esta medida y tampoco son de fácil manejo, por estas razones tampoco se encuentran valores normales de la AVD⁴.

Los test que tradicionalmente se han usado para evaluar la AVD, son casi todos test rotatorios que trabajan con un contraste máximo. Estos test, utilizan trayectorias circulares que podrían ser adecuadas en el caso del fútbol, debido al movimiento aéreo del balón⁴.

Diferentes instituciones han desarrollado sistemas de medida para la AVD. Así el Centro Optométrico Internacional de Madrid (COI) dispone de un software específico diseñado por ellos "COI SV" y la Universidad UPC de Terrasa, elaboró un programa informático, DinVA 3.0, para esta medida, basado en los anillos de Palomar (imagen 2), que podía seleccionar el contraste entre la figura-estímulo y el fondo de la pantalla, también la dirección de su desplazamiento por la pantalla, pudiendo describir trayectorias rectilíneas (horizontales y oblicuas) a diferente velocidad.

Esta última elaboró un estudio de la AVD en diferentes condiciones para un grupo de estudiantes sedentarios y en la selección española de waterpolo⁴ determinando diferentes puntos¹¹:

- La velocidad del estímulo influye en la AVD de forma inversa, manifestándose de una forma más acusada la disminución de AVD al aumentar la velocidad en las trayectorias de desplazamientos oblicuos del estímulo.
- La disminución de la AVD es más importante en las condiciones de bajo contraste.
- No hay diferencias en el género
- La AVD de los jugadores de waterpolo es superior a la de una muestra de estudiantes sedentarios con similar agudeza visual estática. Esto podría sugerir que el entrenamiento de esta capacidad visual es efectivo, algo que ya planteaban Long y Roorke (1989)¹⁰.
- La AVD resulta superior a la AVE como parámetro para valorar el rendimiento visual, especialmente en actividades donde el movimiento está involucrado.



Imagen 2: Anillos de Palomar

Por lo tanto se considerará que la medición de la AVD es uno de los factores más importantes a la hora de practicar un deporte.

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Otro factor necesario para evaluar la calidad visual de una persona es la sensibilidad al contraste (SC). Es importante tenerlo en cuenta ya que la SC ofrece una evaluación sobre la calidad visual mucho más completa que la AV.

En el caso de la AV solo evaluamos lo que ocurre en unas condiciones en las que tenemos un contraste máximo y una iluminación adecuada para la identificación de esos optotipos, pero no representa la realidad a la que una persona normal se enfrenta en el día a día y mucho menos representa las condiciones en las que se puede encontrar al practicar un deporte, en el que las tonalidades del entorno suelen ser similares y además el sujeto esté en movimiento, como ocurre por ejemplo en el esquí.

Aunque sí que se puede concluir que están relacionadas, ya que viendo la función de sensibilidad al contraste de una persona podemos encontrar el valor que indica la AV de este.

María Yolanda López Aguirre y Luisa Fernanda Figueroa Olarte estandarizaron los valores de FACT entre 4-7 años, en una ciudad de Chapinero, Bogotá¹³, determinando que para los 7 años aún no se ha alcanzado la madurez visual en la SC, este estudio se utiliza en Colombia como valores normales para edades entre 6-12 años, ya que otros estudios ya habían demostrado que la madurez de la SC se produce de los 7-12 años (Leat et al, 2009)³.

La Universidad politécnica de Catalunya elaboró un estudio sobre la diferencia de género en AVD y sensibilidad al contraste, con 58 estudiantes universitarios de AVE mayor de 0.9, divididos entre amateurs y expertos. El estudio demostró que no hay una diferencia significativa de resultados en cuanto al género, ni en amateurs ni en expertos¹⁰.

Las pruebas se realizaron con el programa informático DinVA 3.0, con frecuencias 2, 3, 6, 12 y 18 y contraste alto (0,997) y bajo (0,13). La AVD mejoraba cuanto mayor era el contraste, un poco mayores en hombres que en mujeres (imagen 3a).

También se miró la sensibilidad al contraste para 20 hombres y 20 mujeres, sin encontrar grandes diferencias en género, las mujeres tuvieron mejores resultados en frecuencias bajas y hombres en frecuencias altas (imagen 3b), con el pico de mayores valores para 6 cpg en ambos casos¹⁰.

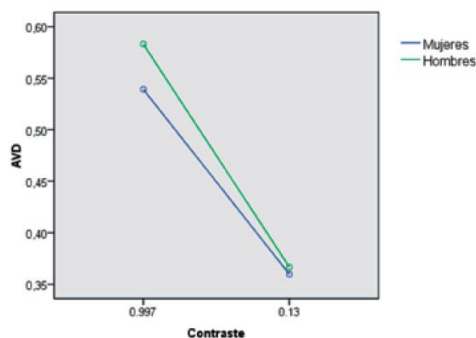


Imagen 3a: Relación contraste y AVD

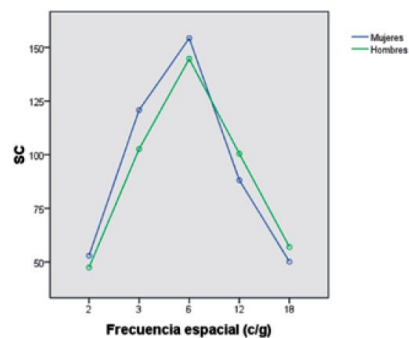


Imagen 3b: Relación frecuencia espacial y SC

Por lo tanto, saber cómo responde una persona cuando no solo se le muestran variaciones de tamaño sino también de contraste o iluminación será necesaria para conocer su sistema visual, y en definitiva para un estudio completo de la función visual en la práctica deportiva.

Concluyendo que en la sensibilidad al contraste no se encuentran diferencias de género y que es muy importante que sea alta en la práctica del deporte, porque se ha visto que está muy relacionado con la AVD de manera que cuanto más mayor sea la sensibilidad al contraste mejor será su AVD.

CAMPO VISUAL

Otro aspecto muy importante a la hora de practicar deporte, sobretodo en deportes de equipo como es el fútbol, es el campo visual del jugador.

Es muy importante que el campo visual no este dañado y que sea muy amplio sobre todo en la zona temporal, ya que es un deporte en el que se juega en espacios muy amplios y tienes que estar atento a muchos estímulos a la vez. De manera que cuanto mayor sea tu campo visual menor movimiento de cabeza tendrás que realizar para ver los jugadores que aparezcan por los laterales.

Por la distribución de los fotoreceptores en la retina podemos estudiar dos zonas del campo visual diferentes, *el central y el periférico*.

Entra en un juego un concepto llamado atención, en una acción en la que un defensor se encuentra enfrente del rival, pone toda su atención sobre el atacante y la pelota, pero a la vez tiene que estar procesando toda la información que le viene de alrededor. Así que hablamos de campo central en la zona donde pone su atención el jugador, en la fovea y el campo periférico corresponderá a todo lo que rodea a este¹⁵.

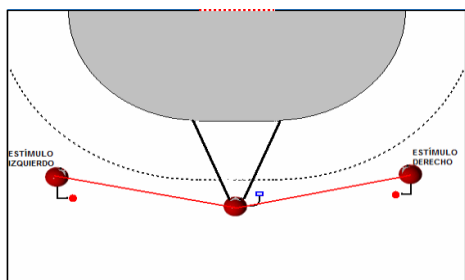
Ripoll (1991) determinó que los jugadores expertos dirigen su mirada hacia una posición en la que pueden integrar muchos aspectos durante una simple fijación del ojo, en cambio los jugadores inexpertos observan los eventos de acuerdo a un orden cronológico de aparición¹⁴.

Por lo tanto los jugadores que sean capaces de fijar su vista en el jugador que tiene la pelota, y mientras, observen los cambios que se producen en la periferia, sin realizar movimientos sacádicos, podrán realizar un cambio en el foco de atención de un lado a otro sin tener que mover los ojos y esto les permitirá una mejor toma de decisiones¹⁵.

Granda et al. (2004), explica que la conciencia periférica, a pesar de su relación con las características físicas del campo visual, no es una medida fija, sino que varía ampliamente de acuerdo con las tareas que los sujetos, en este caso deportistas, estén realizando, el nivel de estrés, y la fatiga física y mental^{16,9}.

La universidad de Vigo realizó un estudio basado en la atención visual y el campo visual con deportistas expertos y amateurs de baloncesto, igualdad de hombres y mujeres en ambos casos y una edad media de 22 años.

Los jugadores iban con unos cascos que les aislaban todo el sentido auditivo y se les mostraba una tarea de atención visual, leer en voz alta números que aparecían un tiempo de 300 ms cada 4-8 segundos, y en la periferia, a 8 metros, dos colaboradores aparecían aleatoriamente cada 4-16 s, levantaban el brazo con el balón y los jugadores tenían que reconocerlo.



Evaluaron 160º, 170º y 180º de campo, denominando como error de atención si fallaban en el central y error en respuesta si fallaba en la periferia del campo.

Se encontró que los errores en atención eran similares entre ambos grupos, pero en el caso de errores de respuesta eran muchos menos en los expertos y el tiempo de reacción también era menor en estos¹⁵.

Imagen 4: Campo visual con estímulo central y laterales.

MOVIMIENTOS OCULARES

Músculos Oculares Extrínsecos:

En la práctica del deporte el movimiento de los ojos tiene que ser correcto y preciso, por lo tanto que los músculos oculares extrínsecos actúen correctamente y en sintonía.

Hay que perder el menor tiempo posible en cada acción, si para ver un jugador que se te aproxime por la derecha tienes que girar la cabeza hacia ese lado en vez de girar simplemente los ojos, no solo pierdes tiempo sino que además al girar la cabeza pierdes gran parte del campo visual izquierdo que controlabas y que puede ser decisivo en ese momento.

Movimientos sacádicos, de seguimiento y fijaciones:

Un buen control de los movimientos oculares sobre el objeto, lo podemos medir además con las sacadas, los movimientos de seguimiento y las fijaciones.

Los movimientos sacádicos son saltos oculares rápidos que permiten al individuo detectar un objeto en el campo visual y llevarlo sobre la fovea, para una mejor discriminación visual. Su latencia estimada es de 200 mseg. Y pueden alcanzar velocidades entre 700 e incluso 1000º/seg., dependiendo la amplitud del sacádico⁹, se puede diferenciar entre finos o gruesos, aunque en el fútbol son más importantes los sacádicos gruesos por la amplitud de los movimientos.

En un estudio sobre la relación entre el rendimiento visual y los movimientos sacádicos en niños entre 5-12 años con amplitudes finas(12,93º), medias (28,61º) y gruesas (43,27º) demostraron que el rendimiento visual disminuía con una mayor amplitud del sacádicos. También se demostró que en niños que leían habitualmente o practicaban deporte, no había diferencias significativas entre sexos¹⁷.

Durante el movimiento sacádico, no se percibe imagen, con lo cual cuanto más rápido sea el movimiento sacádico mejor para la práctica del deporte, porque se perderá menos información. Este fenómeno se denomina supresión sacádica y es necesario para evitar la imagen borrosa resultante del movimiento de los ojos por el campo visual al moverse¹⁸.

Los movimientos de seguimientos, son movimientos que se realizan al seguir un objeto con la mirada cuando se desplaza por el espacio.

Las velocidades máximas que se pueden esperar en un seguimiento son aproximadamente de 90º por segundo, aunque pueden obtenerse valores superiores con movimientos de objetos de gran amplitud¹⁹.

Los movimientos de seguimiento juegan un papel importante en el deporte, ya que es necesario que el jugador sea capaz de seguir y mantener la fijación tanto en la pelota como al jugador contrario durante la jugada.

FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA

Una de las pruebas que más se ha visto que varíen con la práctica del deporte es la flexibilidad acomodativa. Estudios que se han especializado en el sistema visual en el deporte, como Sole et al(1999)²⁰ informan que la flexibilidad acomodativa es superior a la norma en jugadores de baloncesto de distintos niveles.

Diferentes autores han valorado esta prueba y aunque todos coinciden en la manera de medirlo, no se ha llegado a un valor límite a partir del cual se pueda decir que este dentro de valores normales o no²¹.

	Edad(años)	Monocular VP(cpm)	Binocular VP(cpm)
Zeller et al.	20-30	11	8
Hennessey	8-14	11.8	7.8
Griffin	18-23	17	13
Linn	8-14	8	5
Sheiman et al	6	5.5	3
	7	6.5	3
	8	7	5

Tabla 1: Tabla de acomodación monocular y binocular según autor y edad VP²²

En la tabla 1 vemos como autores reconocidos como Sheiman, Griffin o Hennessey han evaluado esta prueba, en diferentes intervalos de edades y por ejemplo Linn y Hennessey (8-14 años) no coinciden en un valor normal de este. Aunque sí se ve reflejado como al aumentar de edad el número de cpm aumenta.

Se presupone que deficiencias en esta habilidad pueden ser causadas por que el deportista experimente fatiga visual, visión borrosa o doble, y por consecuencia las respuestas sean más lentas e imprecisas⁹.

En el fútbol se precisa de cambios acomodativos rápidos entre diferentes distancias, ya que continuamente se está cambiando de punto de fijación.

Un portero requerirá cambios acomodativos de lejos a cerca rápidos cuando un jugador chute a portería o un delantero cuando tenga que cambiar la fijación del jugador que le va a pasar la pelota, a esta cuando la reciba y nuevamente a portería cuando vaya a chutar. Por lo que nos interesan las dos distancias, la FA de lejos y de cerca.

FUSIÓN Y ESTEREOPSIS

Por último también hay que valorar la función sensorial de los jugadores, donde la fusión y la estereopsis de estos juegan una parte importante en la visión.

La visión binocular es un complejo conjunto de interacciones y fenómenos que requiere de un sistema visual perfecto para su desarrollo.

Se puede clasificar los niveles de binocularidad en función de los diferentes problemas oculares que pueda haber presentado una persona durante el periodo de su desarrollo visual².

1	Estereopsis	Percepción tridimensional
2	Fusión plana	Fusión de imágenes y campos sin estereopsis
3	Visión simultánea	Percepción simultánea de imágenes
4	Visión monocular(supresión)	Fijación monocular.

Tabla 2: Niveles de binocularidad

No es fácil encontrar estudios que valoren la fusión sensorial, en cambio, la estereopsis y su evolución ha sido más estudiado.

La estereopsis se define como la capacidad de percibir la profundidad basada en la disparidad de las imágenes formadas por los dos ojos en las áreas de Panum. Jani²⁵ en un estudio mostró que la estereopsis se mejora a partir de los 9 años, hasta 20 años, pero se deteriora después de la edad de 40 años debido a problemas refractivos de cerca o en los medios transparentes del ojo²⁴.

La universidad de medicina de Keimyung, Korea, elaboró un estudio con 80 sujetos de edades comprendidas entre 7 y 76 años y edad media 36.9 años y AV mayor a 20/30²⁴.

Se separaron en 8 grupos de edades de 9 años cada uno, menos la primera que iba de 7-10 años. Se evaluó la estereopsis con Titmus (imagen 5.a), Randot test (imagen 5.b) y TNO (imagen 5.c).

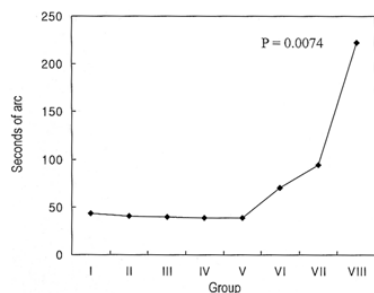


Imagen 5.a: Estereopsis Titmus

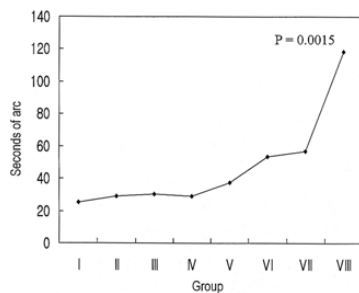


Imagen 5.b: Estereopsis Randot test

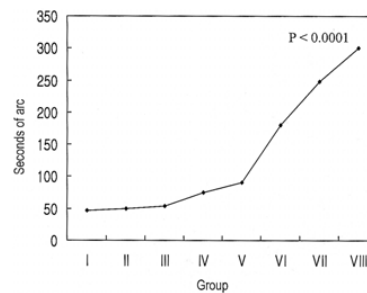


Imagen 5.c: Estereopsis TNO

En el Titmus los valores se mantenían constantes en los 5 primeros grupos, de los 7 a los 49 años, alrededor de los 40 segundos de arco, y después aumenta el valor de la estereopsis hasta los 79 años, en el Randot test se alcanzaron valores mejores para los primeros grupos, 30 segundos de arco, que se mantienen constantes en los primeros 4 grupos, hasta los 39 años, después aumenta hasta los 69 años progresivamente hasta los 60 segundos de arco, y en el último grupo ascienden mucho los valores hasta los 120 segundos de arco, por último en el TNO se consiguen valores de 50 segundos de arco para los tres primeros grupos, de los 7 a los 29 años, a partir de ahí empieza a aumentar hasta los 90 segundos de arco, a los 49 años y luego empieza a aumentar hasta 300 segundos de arco en la edad de 79 años²⁴.

1. Objetivo

1. Evaluar si unas mejores condiciones visuales, implican un mayor rendimiento deportivo en el caso de futbolistas menores de 17 años.
2. Evaluar como varían las condiciones visuales entre diferentes categorías de futbolistas de edades comprendidas entre 8-17 años.

2. Material y métodos

Previo a la selección de la muestra, y para la aceptación del estudio, se envió una carta al Club Escalerillas donde se le informaba en qué consistiría el trabajo (Anexo I).

2.1 Selección y tamaño de la muestra: se decidió realizar el estudio con 69 niños de edades comprendidas entre 8 y 17 años.

Estos niños son todos jugadores amateurs de fútbol, en el club Atlético Escalerillas, de Zaragoza, situado en el barrio Oliver de Zaragoza, en la Calle Doctor Jesús Valdés Guzmán, lugar donde se realizaron las pruebas. Todos son estudiantes y van a diferentes colegios e institutos de la ciudad.

Se realizó el estudio por categorías y subcategorías, con una distribución que recoge la tabla 3, donde todas las categorías están divididas en dos años de edad, siendo los más pequeños los benjamines y así sucesivamente en el orden expuesto en la tabla 3 hasta la excepción de los juveniles. Esta última categoría está comprendida entre los 16-19 años, en nuestro caso, todos eran chicos de 17 años, cumplidos o por cumplir.

Los equipos con mejores resultados futbolísticos se agrupan en la categoría A, y seguidamente en la B y C.

Equipo	Subcategoría	Edad comprendida
Benjamín	Benjamín A	8-10 años
	Benjamín B	8-10 años
Alevín	Alevín A	10-12 años
	Alevín B	10-12 años
Infantil	Infantil A	12-14 años
	Infantil B	12-14 años
Cadete	Cadete A	14-16 años
	Cadete B	14-16 años
	Cadete C	14-16 años
Juvenil	Juvenil C	16-19 años

Tabla 3: Categorías y subcategorías con edades

2.2 Criterios de inclusión y exclusión: Todos los niños seleccionados para el estudio debían cumplir los siguientes criterios de inclusión:

- Tener el consentimiento de los padres para entrar en el estudio (Anexo II)
- Jugar al fútbol en una de las categorías seleccionadas del Club Atlético Escalerillas

Se tomó como único criterio de exclusión, la falta de entendimiento para la realización de las pruebas.

2.3 Formulario con los datos: Previo al examen ocular, a cada niño se le realizó un cuestionario en el que se incluían, datos personales, de relación con su juego dentro del equipo y referentes a sus síntomas visuales (Anexo III).

2.4. Protocolo exploratorio: Todas las pruebas se realizaron en una sala amplia y bien iluminada del club At. Escalerillas. El tiempo dedicado a todas las pruebas fue de 20-30 minutos por niño. Se realizaron durante el entrenamiento de cada uno, pasando 3-4 niños del equipo durante éste. Todas las pruebas se realizaron en las condiciones refractivas de juego de cada uno.

Las pruebas realizadas fueron (anexo II):

- **Agudeza visual estática (AVE):** A todos los jugadores se les realizó la medida de la AV de lejos. El optotipo utilizado fue la E de Snellen (imagen 6) primero de manera monocular y luego binocular. Es un test de agudeza visual logarítmica, calibrado también para decimal, en el que todas las líneas de AV contienen el mismo número de letras, menos las dos primeras, donde el mejor resultado posible de AV es 1,3 y desciende hasta 0,1.

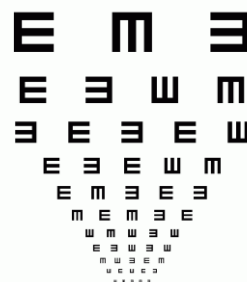


Imagen 6: AV Test de E de Snellen

- **Sensibilidad al contraste (SC):** Para esta medida se utilizó el Contraste Test de manera binocular y monocular, a tres metros de distancia. Este test permite evaluar 6 frecuencias espaciales (1,5,3,6,12,9,18) con diferentes contrastes (0,5,9,18,32,60,115,210,400,800).



Imagen 7: Test Sensibilidad al contraste

- Campo visual:** La medida del campo visual se realizó de manera monocular y binocular mediante confrontación de campos.
 En el campo monocular el paciente y el optometrista se tapan los ojos confrontados de manera que se compara el campo de los ojos que permanecen abiertos. Se presenta un objeto, a la misma distancia de ambos y se compara el campo visual del paciente con el del optometrista.
 El ojo con el que se comparaba, era un ojo sano, cuyo campo visual rondaba los valores de 60º en nasal y superior, 70º en inferior y 90º en temporal, de manera que todos los sujetos que eran capaces de ver el estímulo que se mostraba, un dedo, se consideraban como sujetos con campo normal.
 En caso contrario, su campo era considerado como reducido y se calculaban los grados correspondientes.
- Músculos oculares extrínsecos (MOE):** se realizó la exploración monocular y binocular.
 Se realizó con la ayuda de un estímulo luminoso, y moviéndolo a las 8 posiciones extremas, como parte del examen oculomotor.
 Si los pacientes eran capaces de seguir el estímulo luminoso hasta posiciones muy extremas y mantener la fijación se consideró que el músculo o músculos explorados para ese movimiento funcionaban correctamente, en caso contrario anotaríamos una disfunción de alguno de los músculos.
- Movimientos sacádicos:** se evaluaron binocularmente, con dos rotuladores de diferente color, a 30 cm de la cara, se les pedía que cambiara de uno a otro cuando se les avisara y se observaban así los movimientos de los ojos, que fueran finos, la velocidad con la que se efectuaba el movimiento y que no se acompañaran por movimiento de cabeza o cuerpo.
- Movimientos de seguimientos:** se realizó de manera binocular, ya que es la manera habitual de jugar, aunque sí que se prestó atención en que los movimientos de los dos ojos fueran iguales, en caso de que alguno tuviera un retraso sobre el otro se anotó.
 La prueba se realizó con la pelota de Marsden, de letras negras pintadas sobre fondo blanco.
 Se le pedía al paciente que siguiera una de las letras y la mantuviera fija, aparte de moverlo en horizontal también se balanceó acercándose y alejándose del paciente, de manera que le preguntábamos si era capaz de mantenerlo enfocado en todo momento.
 Se evaluó como era el movimiento, si era fino, si lo seguía con facilidad o perdía la fijación, si movía la cabeza o también si se acompañaba de un movimiento de todo el cuerpo.
- Flexibilidad acomodativa:** se evaluó binocularmente, pero en caso de que se obtuviera algún valor bajo también se evaluó de manera monocular para identificar el problema, ya fuera acomodativo o vergencial.
 En visión lejana a 5 metros y después en visión próxima a 40 cm, siempre en las condiciones de corrección que ellos jugaran.
 Para visión lejana se utilizaron los flippers de 0,00/-2,00 y en el caso de visión próxima utilizando +2,00/-2,00.

Para ambas pruebas se le mostraba al paciente un optotipo acomodativo de una agudeza visual una línea inferior a la máxima AV de cada niño.

Además de ver cuantos cpm eran capaces de hacer, nos fijábamos si el ritmo del cambio era constante o disminuía a lo largo del tiempo.

- **Fusión:** se evaluó con la linterna de Worth, tanto en visión lejana (5 metros) como en visión próxima (40 cm).

El paciente llevaba puestas unas gafas rojo-verde disociantes y se le mostraba la imagen negra con cuatro puntos luminosos (dos verdes, uno rojo y uno blanco) formando un rombo.

Con la linterna de Worth se evalúa una fusión un poco más periférica que con otros métodos de evaluación.

Como valor normal se tomaba cuando el paciente veía únicamente 4 puntos luminosos, si por el contrario veía dos, tres o cinco puntos tendremos un problema sensorial.

- **Estereopsis:** se evaluó a cada niño con el test de estereoagudeza (TNO), un estereograma de puntos aleatorios.

Se trata de identificar correctamente, con ayuda de unas gafas rojo-verde, la figura oculta definida por esa disparidad en el estereograma, es un test muy adecuado para niños.

Consta de siete láminas, a todos se les pasó la lámina I, para valorar si entendían el fenómeno de la estereopsis y que identificaran las figuras que veía.

Después de la lámina V a la VII para cuantificar la estereoagudeza en segundos de arco.

3. Resultados

El estudio se realizó sobre 69 niños de edades comprendidas entre 8 y 17, con una distribución por categorías y subcategorías como se muestra las tablas siguientes (tabla 4 y 5).

Equipos	Nº jugadores	Edad media \pm DS
Benjamín	13	9,6 \pm 0,5
Alevín	15	11,4 \pm 0,5
Infantil	13	13,5 \pm 0,5
Cadete	22	14,9 \pm 0,5
Juvenil	7	17,2 \pm 0,3

Tabla 4: Categorías por edad

Equipos	Nº jugadores	Edad media \pm DS
Benjamín A	7	9,8 \pm 0,5
Benjamín B	6	9,4 \pm 0,5
Alevín A	7	11,3 \pm 0,6
Alevín B	8	11,4 \pm 0,4
Infantil A	7	13,8 \pm 0,3
Infantil B	6	13,1 \pm 0,4
Cadete A	7	15,2 \pm 0,4
Cadete B	7	14,8 \pm 0,3
Cadete C	8	15,3 \pm 0,5
Juveniles	7	17,2 \pm 0,3

Tabla 5: Subcategorías por edades

De los 69 niños estudiados solo 3 jugaban con corrección óptica (4,34%), que en todos los casos se correspondió al uso de lentes de contacto.

ESTUDIO POR CATEGORIAS

Agudeza visual estática:

La AV estática de todos los niños, en las condiciones de corrección que ellos jugaban, por categorías aparece en la tabla 6 y también representada en la gráfica 1.

Equipos	AV \pm DS
Benjamín	1,1 \pm 0,2
Alevín	1,1 \pm 0,2
Infantil	1,2\pm0,2
Cadete	1,0 \pm 0,3
Juvenil	1,0 \pm 0,2

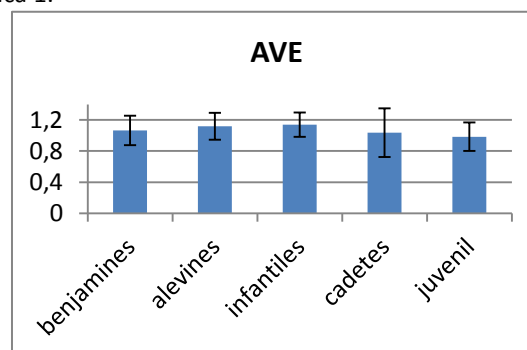


Tabla 6: AV por categorías

Gráfica 1: AV por categoría

La AVE de media más alta (1,2) corresponde a los infantiles, pero se ve que no hay gran variación de una categoría a otra y ninguna es inferior a 1,0.

Sensibilidad al contraste:

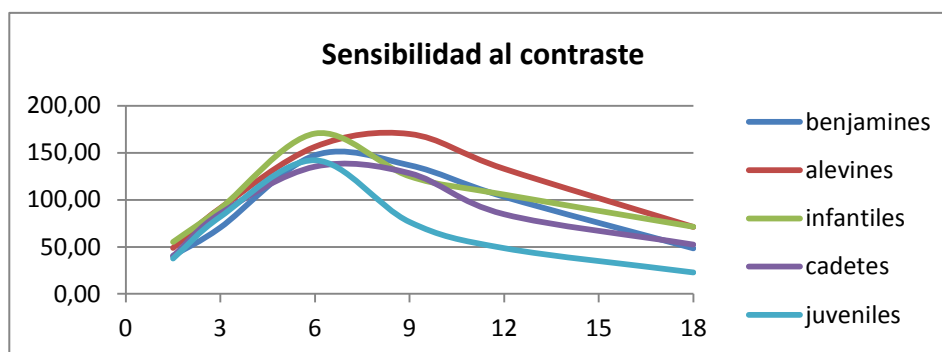
La sensibilidad al contraste por categorías se muestra en la tabla 7 y las curvas correspondientes en la gráficas 2.

Equipos	SC \pm DS 1,5 ciclos	SC \pm DS 3 ciclos	SC \pm DS 6 ciclos	SC \pm DS 9 ciclos	SC \pm DS 12 ciclos	SC \pm DS 18 ciclos
Benjamines	40,6 \pm 13,5	70,5 \pm 26,5	147,3 \pm 53,7	136,7 \pm 66,0	103,2 \pm 43,9	48,4 \pm 33,4
Alevines	48,7 \pm 32,3	91,2\pm50,7	156,4 \pm 100,5	169,9\pm100,4	132,9\pm105,2	71,1 \pm 56,3
Infantiles	55,2\pm30,8	90,8 \pm 45,9	170,4\pm85,5	125,0 \pm 56,36	105,6 \pm 57,18	71,3\pm70,68
Cadetes	40,0 \pm 18,0	85,5 \pm 46,8	135,3 \pm 71,04	128,3 \pm 68,07	84,7 \pm 36,58	52,4 \pm 32,22
juvenil	37,6 \pm 12,5	82,0 \pm 30,1	142,0 \pm 66,0	76,4 \pm 37,0	48,6 \pm 40,9	22,8 \pm 12,6

Tabla 7: Sensibilidad al contraste por categorías

Para frecuencias bajas se observan pocas diferencias entre las diferentes categorías, como queda reflejado en la gráfica 2.

Los alevines son los que obtienen una mayor sensibilidad para medias frecuencias y se mantiene así hasta las frecuencias altas, donde obtienen valores iguales a los infantiles (71,3). Las demás categorías obtienen valores inferiores, destacando los juveniles con la sensibilidad más reducida en todo el rango de frecuencias.



Gráfica 2: Sensibilidad al contraste por categorías

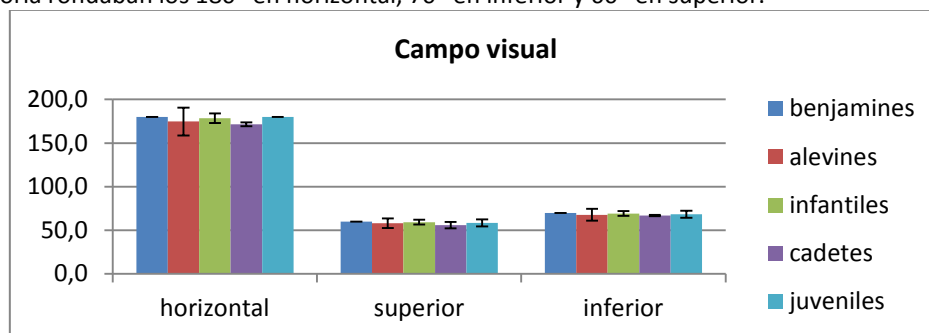
Campo visual:

El campo visual binocular por categorías se ve reflejado en la gráfica 3.

Al determinarlo con una confrontación de campos, no hay una exactitud de grados del campo visual de cada jugador, pero como se nombró en material y métodos, el campo visual de los jugadores se comparó con uno de 90° en temporal, 70° en inferior y 60° tanto en nasal como en superior.

En la gráfica 3 se ve que algunas de las zonas del campo están un poco reducidas, esto se debe a dos alevines y un infantil que tenían un poco reducido el campo en general, un cadete en la zona temporal del ojo derecho y otros dos cadetes en zona superior, y por ultimo un juvenil un poco reducido en superior e inferior.

En su mayoría rondaban los 180° en horizontal, 70° en inferior y 60° en superior.



Gráfica 3: Campo visual por categorías

Músculos Oculares Extrínsecos (MOE):

Si se pasa a los resultados del examen oculomotor, solo un alevín mostró una pequeña reducción en todos los músculos oculares extrínsecos. En el resto de los casos la exploración de los MOE fue correcta y no se encontró ningún mal funcionamiento.

Equipo	Nº jugadores con función correcta	Nº jugadores con disfunción en uno o más músculos
Benjamines	13	Ninguno
Alevines	14	1-Todos un poco reducidos
Infantiles	13	Ninguno
Cadetes	22	Ninguno
Juveniles	7	Ninguno

Tabla8: Músculos oculares extrínsecos por categorías.

Movimientos sacádicos:

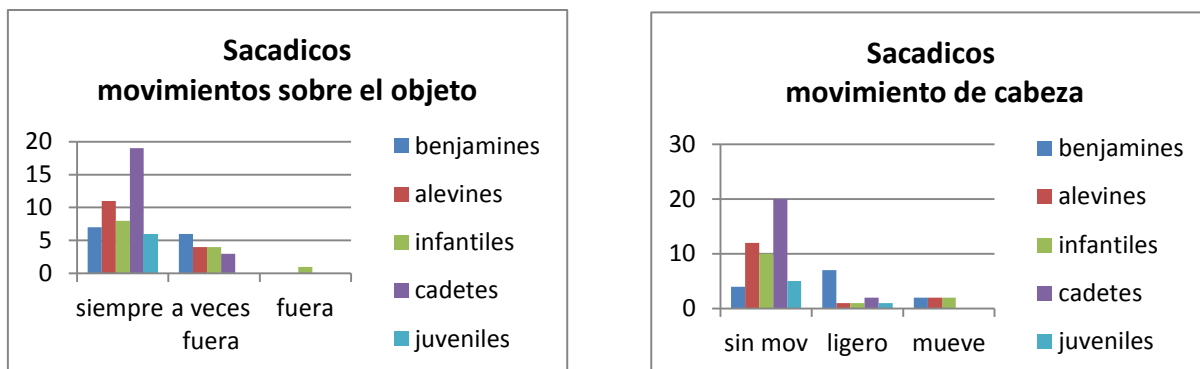
Los movimientos sacádicos por categorías se representan en las gráficas 4.

Se ve cómo se van reduciendo los movimientos de cabeza al aumentar de categoría y las fijaciones sobre el objeto son más precisas.

Se miraron en posición primaria de mirada y también en direcciones horizontales, verticales y oblicuas, aumentando la amplitud del sacádico para estas últimas posiciones.

Se evaluó también la velocidad de estos, el ánimo que mostraban cuando se realizaba la exploración y la fijación del jugador.

Solo un par de jugadores, uno del benjamín b y uno del alevín b, mostraron poca participación y la velocidad de todos fue adecuada, aunque disminuía la velocidad en los sacádicos de amplitud mayor.



Gráfica 4: Sacádicos por categorías

En los benjamines se ve como aún no están controlados del todo los movimientos sacádicos ya que varios jugadores no siempre fijan directamente sobre el objeto. También se ve que varios jugadores del benjamín tenían ligeros movimientos de la cabeza al fijar.

Al aumentar de categoría cada vez van mejorando las fijaciones sobre el objeto, en el caso de los cadetes vemos que aun fijan fuera 3 jugadores, pero con la población de estos, es ya un porcentaje muy pequeño y finalmente, en los juveniles todos fijan correctamente.

En los movimientos de cabeza vemos que ocurre lo mismo, al aumentar de categoría van desapareciendo estos movimientos al fijar sobre el objeto.

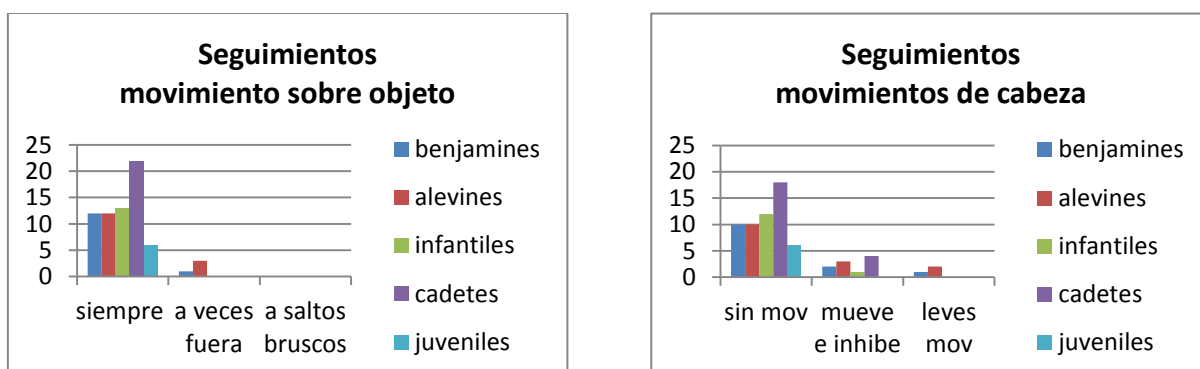
Movimientos seguimiento:

Los seguimientos por categorías aparecen representados en las gráficas 5.

Se ve como en los benjamines, un jugador, y en los alevines, 4 jugadores, aun no tiene un seguimiento suave sobre el objeto, pero todos los demás jugadores de estas categorías y de las categorías superiores (infantil, cadete y juvenil) tienen totalmente controlado este movimiento suave sobre el objeto.

También se observa que para todas las categorías, excepto para los juveniles, persisten leves movimientos de cabeza, aunque van desapareciendo al aumentar de categoría. Además los jugadores son conscientes de estos movimientos y eran capaces de inhibir.

Como se puede apreciar en las gráficas, el número de jugadores que tienen leves movimientos de cabeza es muy pequeño comparado con el número total de jugadores por equipo.



Gráfica 5: Movimientos de seguimientos por categorías

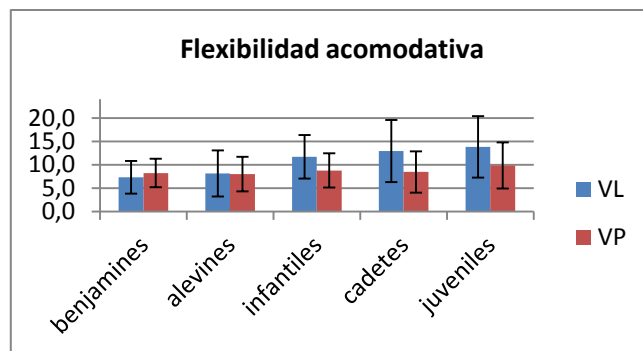
Flexibilidad acomodativa:

La flexibilidad acomodativa en lejos y cerca para las categorías se muestran en las tablas 9, también representadas en las graficas 6.

En la flexibilidad acomodativa si que se ve como hay diferencia de valores entre una categoría y otra y entre los equipos que las componen a estas.

Equipos	FA(cpm) VL \pm DS	FA(cpm) VP \pm DS
Benjamín	7,3 \pm 3,5	8,2 \pm 3,0
Alevín	8,1 \pm 4,9	8,0 \pm 3,7
Infantil	11,7 \pm 4,6	8,8 \pm 3,7
Cadete	12,9 \pm 6,6	8,5 \pm 4,4
Juvenil	13,8 \pm 6,5	9,8 \pm 4,9

Tabla 9: FA por categorías



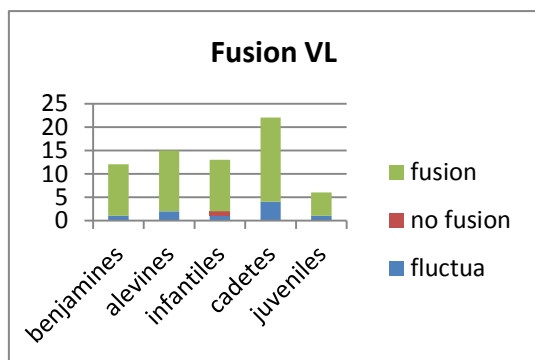
Gráfica 6: FA por categorías

En la tabla 9 y la grafica 6 se ve reflejado como los valores de FA son mayores en vision lejana que en proxima, mas claro a partir de los infantiles, tambien se ve como al aumentar de categoria los cpm aumentan, sobretodo en vision lejana(VL).

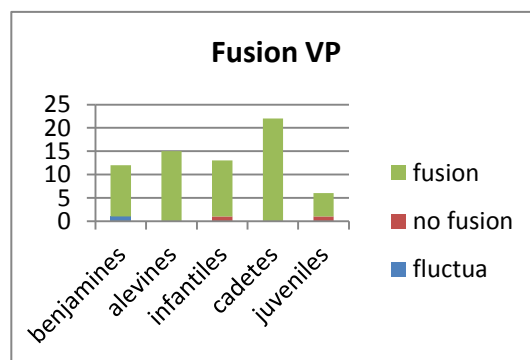
De manera que los cambios serán mas rapidos para lejos en todas las categorias menos en los benjamines, donde se ve que la FA es mayor en vision proxima que en lejana, y será muy similar para los alevines.

Fusión:

La fusión está representada por categorías en las gráficas 7, casi todos los niños tienen fusión o fluctuaban en esta, aunque dejándoles unos segundos eran capaces de fusionar, solo un niño del infantil B suprimía la imagen de uno de los ojos, de manera que no tenía fusión de imágenes ni en lejos ni cerca.



Grafica 7.a: fusión por categorías VL



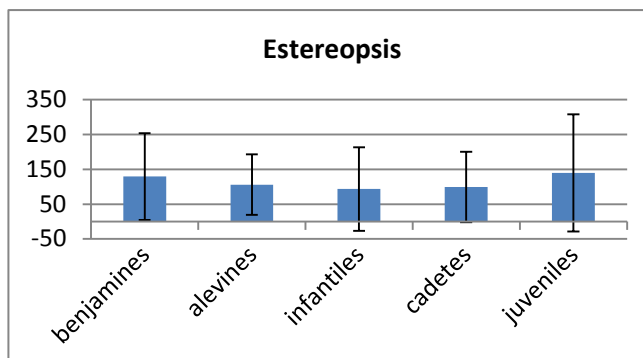
Grafica 7.b: fusión por categorías VP

Estereopsis:

La estereopsis por categorías se ven reflejadas en la tabla 10 y en las gráficas 8.

Equipos	Estereopsis(seg.por arco) \pm DS
Benjamín	129,2 \pm 124,5
Alevín	106,0 \pm 86,8
Infantil	93,5 \pm 120,0
Cadete	99,5 \pm 101,1
Juvenil	140 \pm 168,3

Tabla 10: Estereopsis por categorías



Grafica 8: Estereopsis por categorías

En esta prueba es donde vemos unas variaciones de resultados más grandes entre los miembros de los equipos, como se ve reflejado en las desviaciones típicas.

Esto se debe a que además de que la muestra es pequeña, hay que añadirle que los valores posibles de obtener en esta prueba pueden ser muy altos y varían mucho de una lámina a otra del TNO. Esto explica porque las ds son tan elevadas.

En la gráfica 8 y la tabla 10, se puede ver cómo va aumentando la estereopsis según aumentamos de categoría, pero esto solo se cumple hasta los infantiles, después los valores son parecidos e incluso empeora un poco la estereopsis con respecto a los infantiles.

En los benjamines la mayoría obtienen valores de 60 seg de arco de estereopsis, aunque se ve que aún hay niños que no han alcanzado esos valores y están por 240 o 480 segundos de arco lo que hace que se alcance ese valor medio.

En los alevines encontramos valores parecidos a los benjamines pero algún jugador ya alcanza 15 segundos de arco.

Los infantiles siguen la misma línea, pero ya han dejado atrás valores de 240" de arco. Aquí encontramos un niño que no tenía estereopsis, este valor corresponde al mismo niño de la gráfica 7a y 7b que no fusionaba con la linterna de Worth, aunque en la prueba del TNO sí que era capaz de ver los tres círculos de la lámina 4.

Por último en los cadetes, el cadete A vemos también un jugador que no tiene estereopsis, este jugador era ambliope lo que le provocaba la ausencia de estereopsis y aumentaba el valor medio del grupo, aunque si fusionaba con la linterna de Worth.

En los juveniles, también encontramos un niño ambliope, produciéndole la ausencia de estereopsis.

Ambos niños ambliopes, el cadete y el juvenil, jugaban con su corrección en lente de contacto.

ESTUDIO POR SUBCATEGORIAS

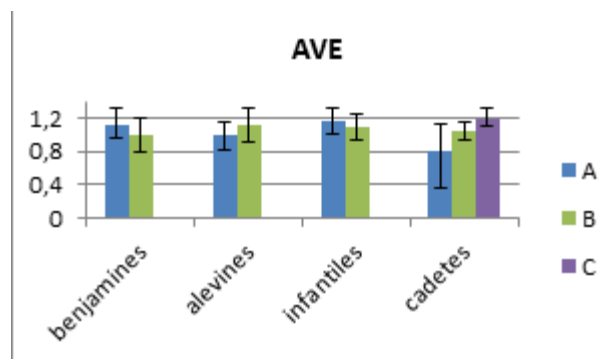
Cuando se analizan los resultados de las subcategorías, no se analizan a los juveniles, ya que como se ve en las tablas anteriores solo había un equipo de juveniles.

Agudeza visual estática:

La AVE de todos los niños, en las condiciones de corrección que ellos jugaban, por subcategorías aparece en la tabla 11 y la gráfica 9.

Equipos	AV \pm DS
Benjamín A	1,1 \pm 0,2
Benjamín B	1,0 \pm 0,2
Alevín A	1,0 \pm 0,2
Alevín B	1,1 \pm 0,2
Infantil A	1,2 \pm 0,2
Infantil B	1,1 \pm 0,2
Cadete A	0,8 \pm 0,5
Cadete B	1,0 \pm 0,1
Cadete C	1,2 \pm 0,1

Tabla 11: AVE por subcategorías



Gráfica 9: AVE por subcategorías

Como puede verse en la tabla 11, en dos categorías, benjamín e infantil, los equipos que juegan en la subcategoría más alta presentan mayor AVE. No ocurre lo mismo para las otras dos categorías, alevines y cadetes. Aunque en la categoría de los alevines la diferencia es muy pequeña entre un equipo y el otro.

La AVE de media más alta (1,2) corresponde a los infantil A si bien ninguna subcategoría obtuvo una AV inferior a 0,8, como es el caso del Cadete A.

Aunque para la categoría de los cadetes veíamos que la media de la AV es superior a 1, grafica 1, si nos fijamos en las subcategorías, el cadete A tiene valores de AV inferiores a los otros equipos de la misma categoría (grafica 9).

Sensibilidad al contraste:

La sensibilidad al contraste por subcategorías se muestra en la tabla 12 y las curvas correspondientes en las gráficas 10.

Todas las subcategorías mostraron unas curvas que siguen el patrón establecido.

Equipos	SC±DS 1,5 ciclos	SC±DS 3 ciclos	SC±DS 6 ciclos	SC±DS 9 ciclos	SC±DS 12 ciclos	SC±DS 18 ciclos
Benjamín A	40±13,7	75,71±26,84	169,3±50,78	169±51	129±36	56±30
Benjamín B	41±14	65±27	122±49	99±64	74±34	40±38
Alevín A	46±37	92±71	171±134	171±134	144±142	71±45
Alevín B	51,1±30,5	91±34	145±74	169±76	125±77	79±65
Infantil A	46±15	78±28	131±39	113±55	94±61	65±74
Infantil B	64±41	103±59	210±104	138±60	117±56,4	77,8±73,4
Cadete A	35±19	53±34	90±70	85±39	66±37	54±32
Cadete B	38±16	102±60	144±68	128±80	85±39	37±23
Cadete C	48±19	115±0	178±49	178±49	106±22	69±38

Tabla 12: Sensibilidad al contraste por subcategorías.

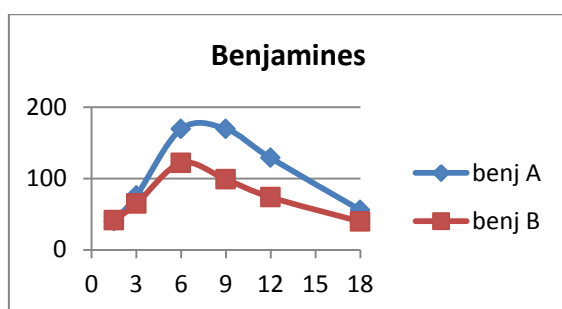
En el caso de los benjamines, el benjamín A supera al benjamín B en valores de sensibilidad al contraste en frecuencias bajas-medias y altas, como se ve claramente en grafica 3.a.

En los alevines, el equipo A, obtiene valores ligeramente superiores al equipo B, sobretudo en frecuencias medias (gráfica 10.b).

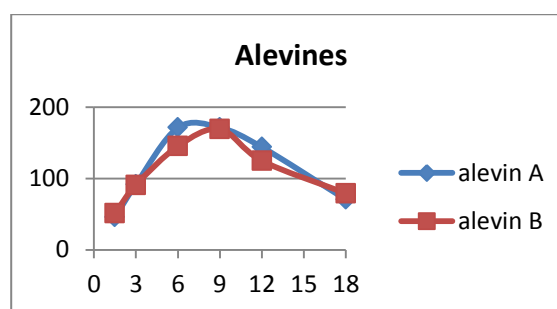
Las gráficas de sensibilidad al contraste de los infantiles y los cadetes, muestran curvas de mayor sensibilidad en los equipos de menor subcategoría (gráfica 10.c y 10.d).

Para los infantiles, sobretudo se ve en el pico de los 6 ciclos que hace la curva del infantil B (grafica 10.c).

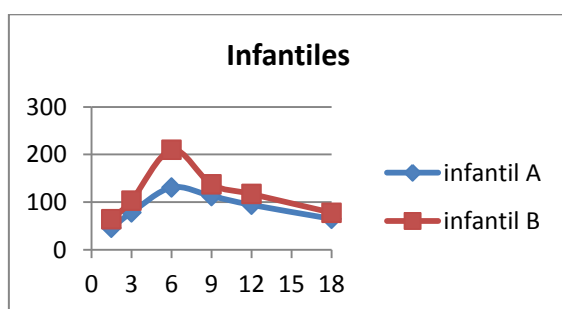
Y para los cadetes el 3^{er} equipo obtuvo valores bastante más superiores a los otros, sobretudo en frecuencias medias y altas, también vemos como los del cadete A son los más bajos de esta categoría (grafico 10.d).



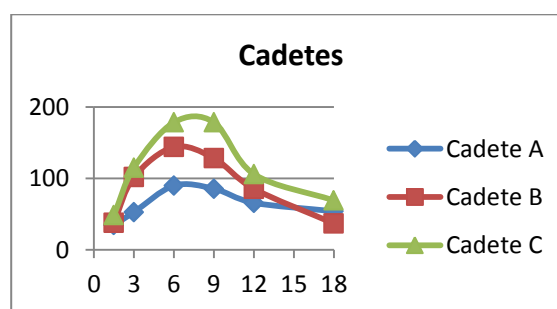
Gráfica 10.a: SC Benjamines por subcategorías



Gráfica 10.b: SC Alevines por subcategorías



Gráfica 10.c: SC Infantiles por subcategorías



Gráfica 10.d: SC Cadetes por subcategorías

Campo visual:

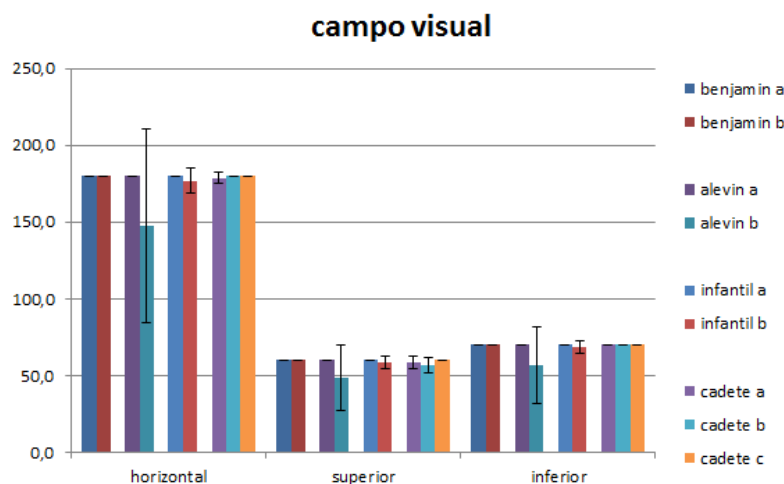
El campo visual binocular por subcategorías se ve reflejado en la gráfica 11.

Se determinó con una confrontación de campos como ya se ha explicado anteriormente, pero no se ven grandes diferencias en el campo visual según subcategorías.

En su mayoría rondaban los 180º en horizontal, 70º en inferior y 60º en superior.

En el caso de los benjamines, todos los jugadores alcanzaban el campo visual esperado. En cambio el campo visual del alevín B se ve un poco reducido con respecto al del alevín A, debido a dos jugadores que tenían un poco reducido el campo en general, lo mismo ocurre con un jugador del infantil B.

También encontramos dos jugadores del cadete A, con una reducción en la zona temporal del ojo derecho, dos jugadores del cadete B en zona superior y por ultimo un jugador del juvenil con el campo un poco reducido en superior e inferior.



Gráfica 11: Campo visual por subcategorías

Músculos Oculares Extrínsecos (MOE):

Si se pasa a los resultados del examen oculomotor, en la tabla 13 se reflejan los resultados de los músculos oculares extrínsecos, donde solo un jugador del alevín B mostró una pequeña reducción en todos los músculos oculares extrínsecos. En el resto de los casos la exploración de los MOE fue correcta y no se encontró ningún mal funcionamiento.

Equipo	Nº jugadores con función correcta	Nº jugadores con disfunción en uno o más músculos
Benjamín A	7	Ninguno
Benjamín B	6	Ninguno
Alevín A	7	Ninguno
Alevín B	7	1-todos los músculos
Infantil A	7	Ninguno
Infantil B	6	Ninguno
Cadete A	7	Ninguno
Cadete B	7	Ninguno
Cadete C	8	Ninguno
Juvenil	7	Ninguno

Tabla13: Músculos oculares extrínsecos por categorías.

Movimientos sacádicos:

Los movimientos sacádicos por subcategorías se representan en las gráficas 12.

En la gráfica 12.a, que corresponde a los benjamines, se ve como el número de jugadores que fijan fuera del objeto es parecido a los que fijan bien siempre, demostrando que no están controladas la fijaciones, algo que ya decíamos en la gráfica por categorías, teniendo que hacer refijaciones sobre el objeto.

Además cuatro jugadores del benjamín A y 2 del benjamín B no aguantaban mucho fijando sobre el objeto y apartaban la mirada.

También se ve reflejada en la gráfica como algunos movían un poco la cabeza, no siempre, al fijar el objeto en vez de tener un movimiento únicamente de los ojos. Comparando un equipo con otro, el benjamín B tiene menos movimientos de cabeza.

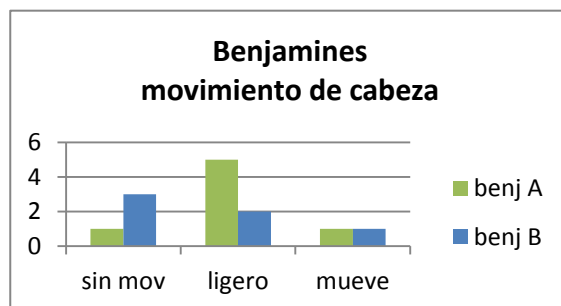
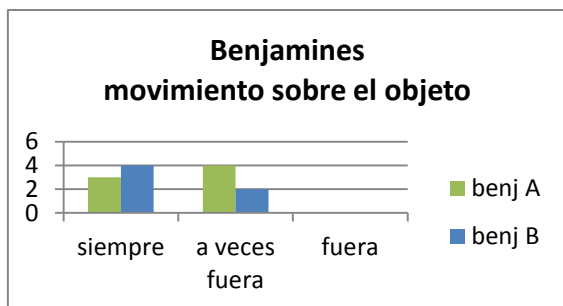


Gráfico 12.a: Sacádicos benjamines por subcategorías

En los alevines se ve como ya todo está mucho más igualado y controlado, casi todos fijaban sin problemas y los movimientos de cabeza ya no son tan frecuentes (grafica 12.b).

No se encontraron muchas diferencias en este aspecto de un equipo sobre otro.

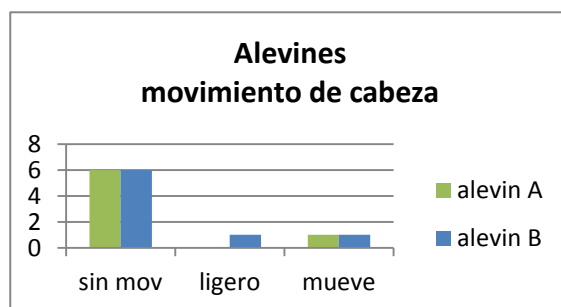
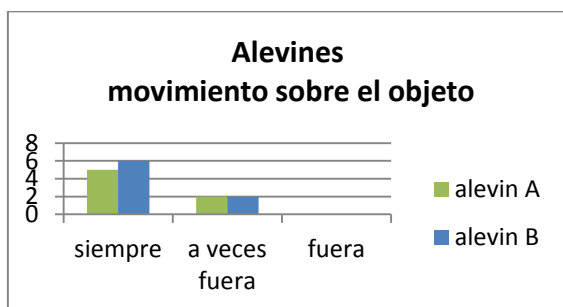


Gráfico 12.b: Sacádicos alevines por subcategorías

En los infantiles sí que se encuentra una diferencia entre el A y el B, sobretodo en la fijación sobre el objeto, teniendo más niños que fijan correctamente sobre el objeto en el infantil A, además los jugadores del infantil A no tenían movimiento de cabeza al cambiar la mirada de un objeto a otro (gráfica 12.c).

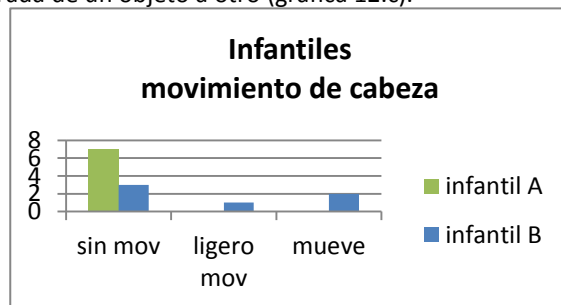
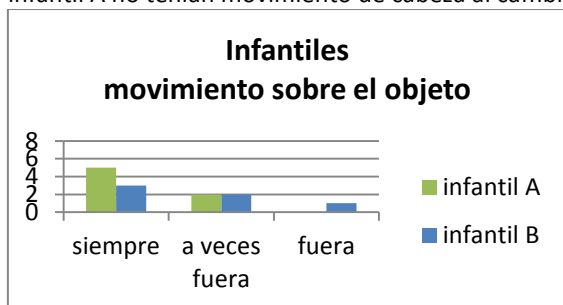


Gráfico 12.c: Sacádicos infantiles por subcategorías

Por último en los cadetes, no encontramos diferencias entre un equipo u otro, ya controlan las fijaciones y los movimientos de cabeza en su mayoría.

En las fijaciones, hubo un jugador de cada equipo que a veces fijaba fuera del objeto y en el caso de los movimientos de cabeza, un jugador del B y otro del C, realizaban un ligero movimiento de cabeza aunque eran conscientes de ello y conseguían controlarlo a veces (grafica 12.d)

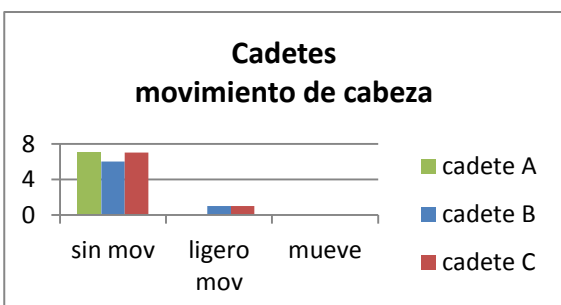
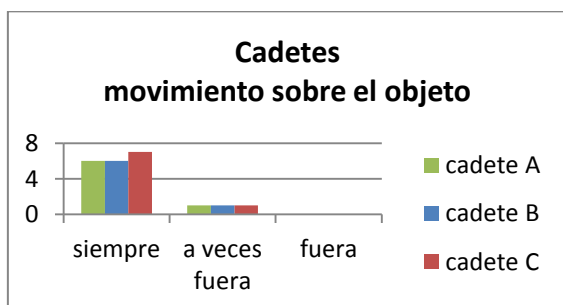


Gráfico 12.d: Sacádicos cadetes por subcategorías

Movimientos seguimiento:

Los seguimientos por subcategorías aparecen representados en las gráficas 13.

En los benjamines, no hay grandes movimientos de cabeza y siguen bien el objeto, no se ven grandes diferencias entre un equipo y otro, aunque sí que encontramos que en un jugador del Benjamín B persisten leves movimientos de cabeza.

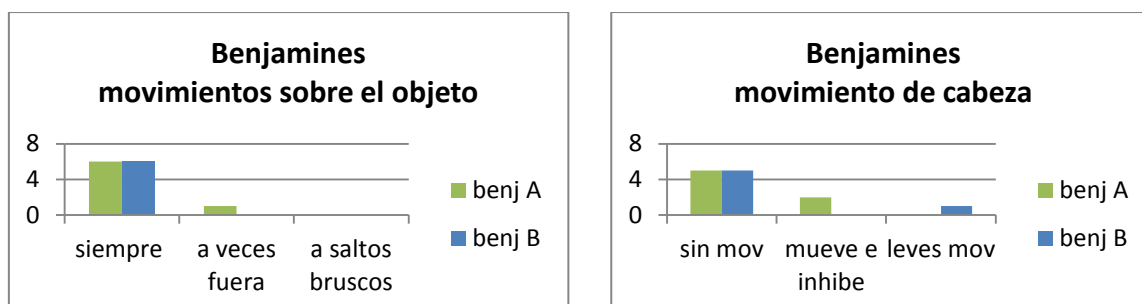


Gráfico 13.a: Seguimientos benjamines por subcategoría

Los resultados de los alevines salen un poco más dispersos (gráfica 13.b), en el alevín A la mayoría seguía bien el objeto, aunque aún encontramos un par de jugadores que fijaban a veces fuera de este, el mismo número que en el Alevín B, pero en este último también encontramos un jugador que tenía seguimientos a saltos bruscos sobre el objeto.

En cuanto a los movimientos de cabeza también son similares entre el A y el B, y nuevamente la mayoría siguen el objeto solo moviendo los ojos, aunque había un par de jugadores del alevín B que movían la cabeza pero eran capaces de inhibir, en cambio solo uno del alevín A, y también un jugador de cada equipo que mantenían esos leves movimientos al seguir el objeto.

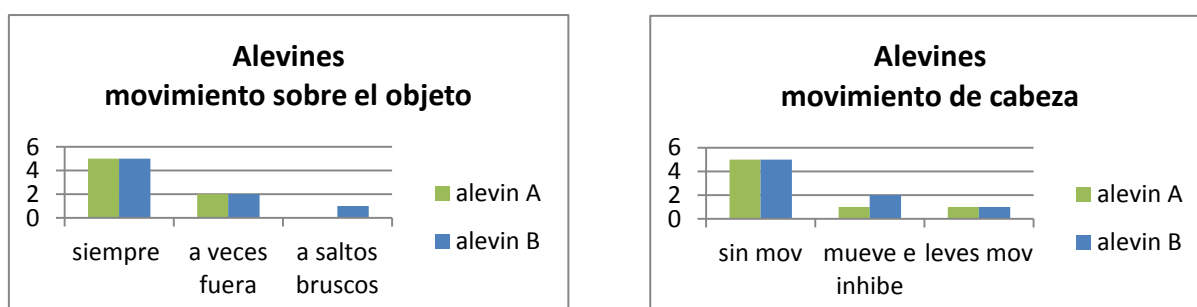


Gráfico 13.b: Seguimientos alevines por subcategorías

Pasando a los infantiles se ve como los movimientos de cabeza se han eliminado en los dos equipos y también el seguimiento de los objetos es continuo y suave por parte de todos los jugadores exceptuando uno del infantil B (gráfica 13.c)

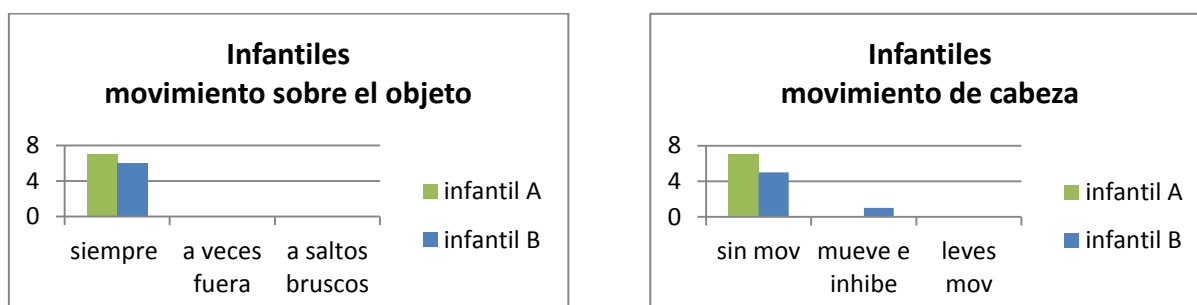


Gráfico 13.c: Seguimientos infantiles por subcategorías

En los cadetes ocurre lo mismo, se sigue el objeto sin problemas en todos los jugadores y los movimientos de cabeza han sido prácticamente eliminados (gráfica 13.d).

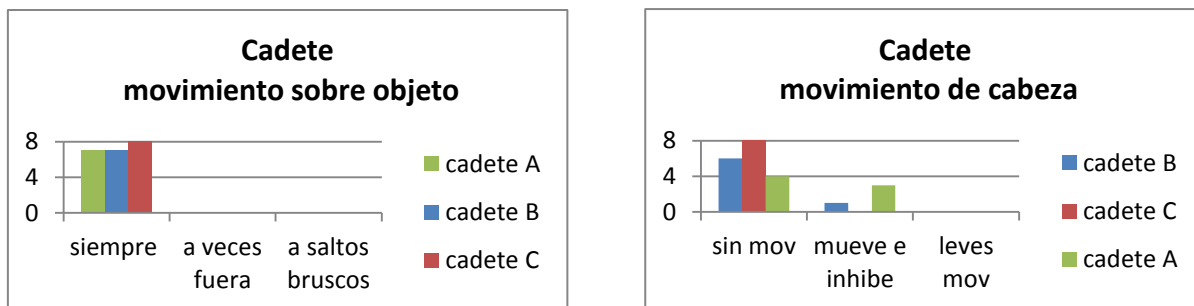


Gráfico 13.d: Seguimientos cadetes por subcategorías

Flexibilidad acomodativa:

La flexibilidad acomodativa en lejos y cerca para las subcategorías se muestran en las tablas 11, también representadas en las gráficas 14.

Equipos	FA VL \pm DS	FA VC \pm DS
Benjamín A	8,7 \pm 3,7	9,1 \pm 2,6
Benjamín B	5,7 \pm 2,6	7,2 \pm 3,4
Alevín A	9,0 \pm 5,0	7,7 \pm 3,0
Alevín B	7,4 \pm 5,1	7,6 \pm 3,8
Infantil A	9,1 \pm 4,7	6,7 \pm 3,7
Infantil B	14,7 \pm 2,3	11,2 \pm 1,7
Cadete A	8,9 \pm 6,7	5,0 \pm 4,3
Cadete B	14,2 \pm 7,3	9,6 \pm 3,6
Cadete C	14,9 \pm 5,5	10,5 \pm 3,7

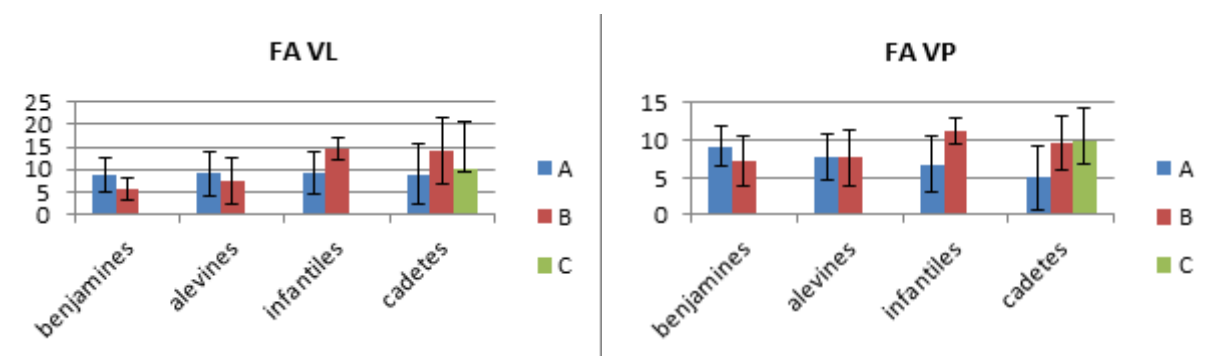
Tabla 14: FA por subcategorías

Si nos fijamos en las gráficas, apoyándonos también en la tabla 14, se puede ver como los ciclos por minuto son de 2 a 4 cpm mayores en lejos que en cerca.

Exceptuando los benjamines que son muy parejos los resultados e incluso superiores en cerca para el benjamín B.

Se puede ver como en el benjamín y el alevín, se sigue manteniendo que el primer equipo obtiene mejores valores que el segundo.

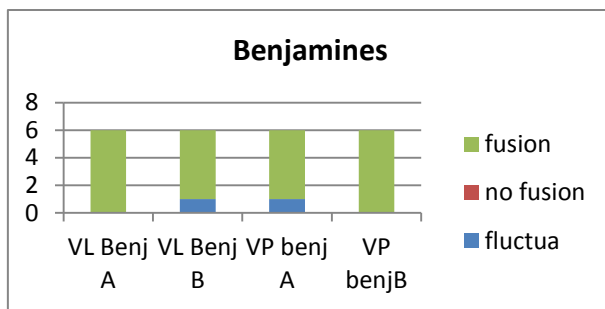
Pero esto deja de cumplirse al pasar a la categoría de los infantiles o de los cadetes, donde el segundo o tercero también en el caso de los cadetes, obtiene mejores valores que el primer equipo.



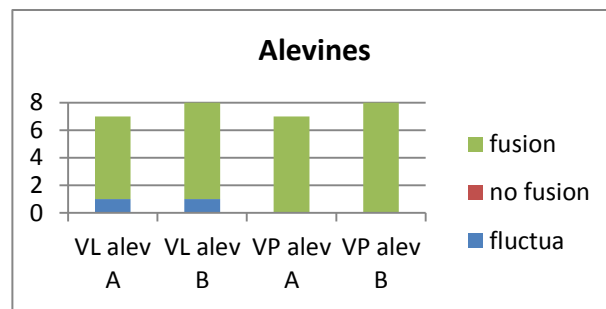
Gráfica 14: FA por subcategorías, en VL y VP

Fusión:

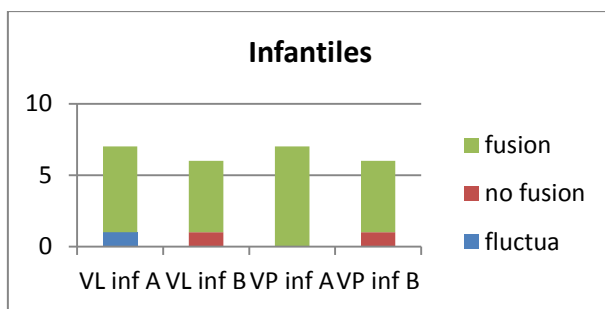
La fusión está representada por subcategorías en las gráficas 15, casi todos los niños tienen fusión o fluctuaban en esta, aunque dejándoles unos segundos eran capaces de fusionar, solo un niño del infantil B suprimía la imagen de uno de los ojos, de manera que no tenía fusión de imágenes ni en lejos ni cerca.



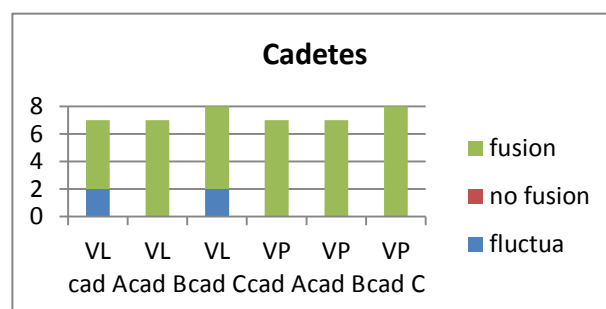
Gráfica 15.a: Benjamines fusión por subcategorías



Gráfica 15.b: Alevines fusión por subcategorías



Gráfica 15.c: Infantiles fusión por subcategorías



Gráfica 15.d: Cadetes fusión por subcategorías

Estereopsis:

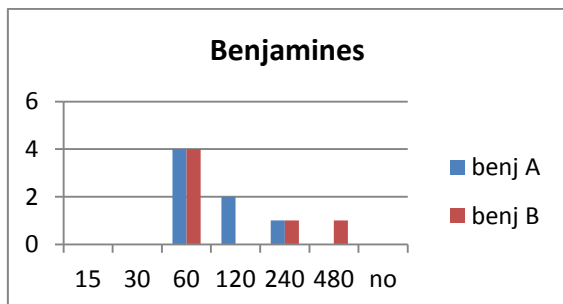
La estereopsis por subcategorías se ven reflejadas en la tabla 15 y en las gráficas 16.

Equipos	Estereopsis(seg.por arco)±DS
Benjamín A	102,9±66,8
Benjamín B	160±172,5
Alevín A	87,9±73,7
Alevín B	106,9±108,1
Infantil A	66,4±40,5
Infantil B	125±13,4
Cadete A	135±12,2
Cadete B	68,6±22,7
Cadete C	112,5±81,4

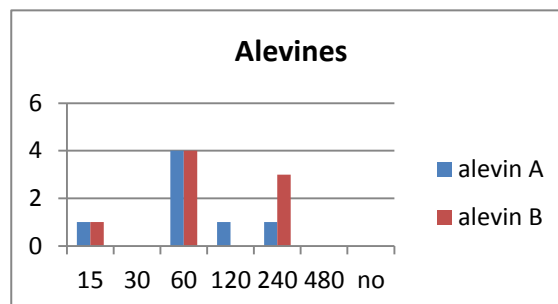
Tabla 15: Estereopsis por subcategorías

Nuevamente, como nos ocurría en la prueba de flexibilidad acomodativa, vemos que dentro de cada categoría, los equipos con mejores resultados también refleja unas ds más pequeñas, asique la variación de estereopsis entre un jugador y otro es mucho menor.

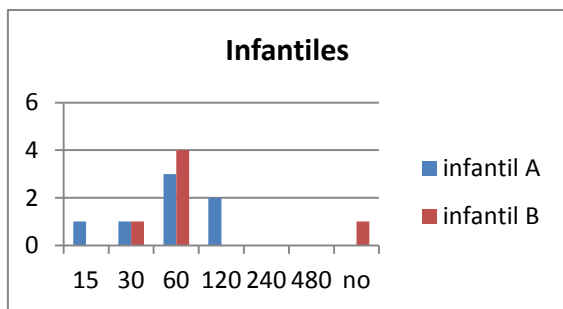
En la tabla 15 se ve que en todas las categorías obtenemos valores de estereopsis mejores en el primer equipo que en el segundo, exceptuando el cadete.



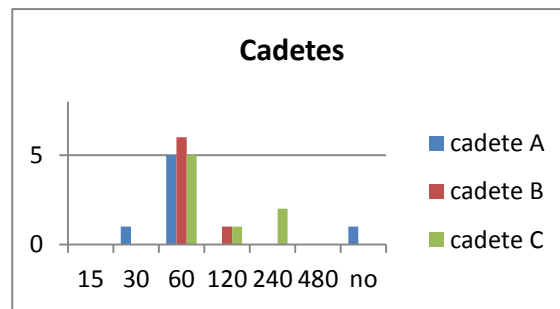
Gráfica 16.a: Estereopsis benjamines por subcategorías



Gráfica 16.b: Estereopsis alevines por subcategorías



Gráfica 16.c: Estereopsis infantiles por subcategorías



Gráfica 16.d: Estereopsis cadetes por subcategorías

En todas las categorías predomina un valor de 60 de estereopsis.

En los benjamines los valores más altos de estereopsis sería 60 que por otra parte es lo que tienen la mayoría de los jugadores de esa categoría, aunque como se había dicho antes, alguno obtiene valores más altos. Si comparamos ambos equipos, como se veía reflejado también en la tabla 15, el primer equipo obtiene mejores resultados.

En los alevines no encontramos mucha diferencia entre ambos equipos, pero sí que se ve hay más número de jugadores del alevín B con una estereopsis más baja.

En los infantiles vemos los valores son similares, pero encontramos un jugador que no tenía estereopsis. Por último en los cadetes, el cadete A vemos también un jugador que no tiene estereopsis, este jugador era ambliope lo que le provocaba la ausencia de estereopsis. Se obtienen mejores resultados para el cadete B que en el A, en cambio en el cadete C uno de los jugadores tenía valores de estereopsis bastante bajo para su edad, lo que puede que influya en su juego.

4. Discusión

De los resultados obtenidos se confirma que unas mejores condiciones visuales conllevan un mayor rendimiento deportivo en el fútbol para la categoría benjamín y alevín, esto coincide con diferentes estudios nombrados previamente^{1,5,6,7,8,11,15,20}.

Lo anterior deja de ser cierto para las categorías infantil y cadete, que obtienen mejores resultados los equipos secundarios para las pruebas de AV (solo cadetes), sensibilidad al contraste, flexibilidad acomodativa y estereopsis (solo cadetes). Esto es debido a que hay jugadores de las categorías superiores que juegan sin su compensación óptica y repercute de forma directa en los resultados de estas pruebas.

En la AV, sensibilidad al contraste y estereopsis los mejores resultados fueron para los infantiles, en cambio los mayores valores de flexibilidad acomodativa fueron para los juveniles, los más mayores, aun jugando sin la corrección óptica. En estudios previos, la mayor av se consideró máxima a partir de los 6-7 años³, y la sensibilidad al contraste a los 12 años y la estereopsis para edades comprendidas entre 9-20 años según Jani²⁵ o entre 7-19 según Se-Youp Lee y Nam-Kyun Koo²⁴, coincidiendo con nuestros resultados para AV y SC. En cambio no coincide para la estereopsis.

Hay que destacar sobre este estudio que todos eran niños, pero no esperamos diferencias significativas en el caso de niñas ya que estudios previos demuestran resultados similares para ambos sexos^{10,17}.

Con los resultados obtenidos esperaríamos que los infantiles fueran los que tuvieran mejor AVD, ya que tienen valores altos de AV estática y los valores de sensibilidad al contraste más altos, como se vio en estudios de la doctora Quevedo^{10,11}, donde se demostraba que estos valores estaban relacionados.

Los valores de flexibilidad acomodativa varían si es de cerca o de lejos, siendo mayores en lejos siempre. En los estudios previos de FA, las medidas se realizaron con la mejor corrección^{21,22} y por ello no se puede comparar estos valores con los de nuestro estudio, ya que pueden ser diferentes a los reales, aunque vemos como los valores de FA en VP de los niños de nuestro estudio son superiores a los normales de Sheiman y Linn para estas edades, y son iguales que los de Hennessey, aunque estos valores solo llegan hasta los 14 años. Griffin habla de 13 cpm en VP a partir de 18 años, que serían los valores más próximos a

lo juveniles de 17 años de nuestro estudio, que tienen una media de $9,8 \pm 4,9$ cpm, quedando aun así un poco por debajo de estos, pero si nos fijamos en Zeller et al a los 20 años habla de 8 cpm, por lo que obtendríamos valores superiores.

Como vemos, es una medida que varía según el autor, y aun sabiendo que podrían ser valores no reales, se ve que nuestros resultados son iguales o más altos de los normales.

También se puede apreciar como la estereopsis mejora según aumenta de edad, si se compara con el estudio de Se-Youp Lee y Nam-Kyun Koo²⁴, se ve que no se llega a alcanzar los 60 seg. por arco, que es el valor normal del TNO en estas edades, pero hay que tener en cuenta que había tres niños que no tenían estereopsis con el TNO, de manera que se les valoró con una estereopsis de 480 seg por arco, que es el valor más alto de este test, aunque se falseen los resultados. Además se ve que a partir de los infantiles se vuelve a disminuir la estereopsis, como se ha dicho antes, es posible que los valores inferiores de algunos jugadores, sobretodo cadetes y juveniles, se deba a que juegan sin corrección.

Parece que en principio el campo visual no se ve afectado, no hay diferencias ni entre categorías ni entre subcategorías, aunque si comparamos con el estudio de Iván González García y Luis Casáis Martínez¹⁵ se puede pensar que el campo visual real sea menor que el obtenido en las pruebas, ya que ese estudio nos indica que aunque mirando un estímulo central se pueda alcanzar 180º, si la tarea visual central es de un esfuerzo mayor, el CV real no sea tan amplio.

Los movimientos de seguimiento y los sacádicos tampoco se ven muy afectados, aunque sí que se vio que para sacádicos de mayor amplitud la velocidad de este era menor, como se veía en otros estudios previos¹⁷.

Podemos considerar que aunque sí que son importantes las cualidades visuales para el rendimiento deportivo, sobretodo comparando con gente que no practica el deporte, a partir de los 12 años empieza a no ser tan determinante.

Esto se debe a que con 12 años la mayoría de los niños, ya han tenido varios años de entrenamiento y rendimiento deportivo en el futbol, y aunque las cualidades visuales siguen siendo importantes a la hora de jugar, la experiencia, la práctica y los conocimientos sobre el juego cobran más importancia a la hora de seleccionar un jugador para un equipo u otro.

En la tabla 15 se ve cada equipo por subcategoría, su nivel de juego en Federación Aragonesa de Futbol y la posición final de la temporada.

Comprobando que exceptuando la categoría de los alevines, en todas las demás categorías el primer equipo ha terminado el año en una posición superior y además juegan en un nivel superior dentro de la categoría, demostrando así que son mejores jugadores los del primer equipo.

En el caso del alevín A hay que tener en cuenta que jugaban en el alevín preferente, este es el nivel más alto de la categoría y hay un único grupo para todo Aragón.

Equipo	Categoría de juego	Posición final
Benjamin A	1ºBenjamin	2 de 16
Benjamin B	2ºBenjamin	10 de 11
Alevin A	Alevin Preferente	15 de 16
Alevin B	2ºAlevin	10 de 16
Infantil A	1º Infantil	2 de 16
Infantil B	2º Infantil	12 de 16
Cadete A	2ºCadete	4 de 16
Cadete B	3ºCadete grupo 2	7 de 16
Cadete C	3ºCadete grupo 1	13 de 16
Juvenil C	2ºJuvenil	11 de 13

Tabla 16: categoría de juego y posición final por equipos.

5. Conclusión

1. Niños con mejores capacidades visuales obtienen un mayor rendimiento deportivo en la práctica del fútbol, para las categorías de benjamines y alevines (edad inferior a los 12 años).
2. Para niños mayores de 12 años (categorías infantil y cadete), unos mejores resultados deportivos futbolísticos, no se ven avalados por mejores capacidades visuales.
3. Se consigue una mejora de las capacidades visuales en las pruebas de sensibilidad al contraste, movimientos sacádicos y de seguimiento, flexibilidad acomodativa y estereopsis al aumentar de categoría.
4. Los resultados de agudeza visual, campo visual, movimientos oculares externos y fusión no diferencian entre las distintas categorías y subcategorías. Por ello estas pruebas por sí solas no podrían utilizarse para confirmar o desestimar nuestro objetivo.
5. Los niños juegan al fútbol en su mayoría sin sus correcciones ópticas, si van corregidos siempre con lentes de contacto.
6. Las refracciones no compensadas dan peores resultados en categorías superiores a partir de cadetes, en las pruebas de agudeza visual, sensibilidad al contraste, flexibilidad acomodativa y estereopsis, no afecta en principio a la prueba del campo visual.

6. Ampliaciones futuras

- Completar este estudio tomando las medidas de las condiciones visuales en movimiento y con las correcciones compensadoras de cada jugador.
- Evaluar el desarrollo de cada jugador a lo largo de su etapa futbolística.
- Estudiar si hay variaciones de los resultados de la función visual según posición de juego.
- Analizar si hay alguna relación entre los jugadores que obtienen mejores resultados, asociadas a práctica de otro deporte o uso de videojuegos.
- Realizar estas pruebas a un mismo número de niños de estas edades que no realizaran ningún deporte y comparar los valores obtenidos con los de este estudio, comprobando si la práctica del deporte favorece a una previa aparición y estabilización de la función visual.

Bibliografía

1. Comparación de la atención visual y campo visual en deportistas en función del nivel de pericia, Iván González García y Luis Casáis Martínez
2. Manual de optometría, Raul Martin Herranz y Gerardo Vecilla Antolinez
3. El desarrollo de la agudeza visual y la sensibilidad al contraste en bebés y niños, congreso internacional 2010
4. Una área para evaluar la agudeza visual dinámica y una valoración de la estabilidad de sus mediciones, Luisa Quevedo, 2010
5. Beals RP, Mayyasi AM, Templeton AE, Johnson, WG. The relationship between basketball shooting performance and certain visual attributes. *American Journal of Optometry and the Archives of the American Academy of Optometry* 1971
6. Rouse MW, DeLand P, Christian R, Hawley J.A comparison study of dynamic visual acuity between athletes and nonathletes. *J Am Optom Ass* 1988
7. Millslagle DG. Dynamic Visual acuity and coincidence- anticipation timing by experienced and inexperienced women players of fast pitch softball. *Perceptual and Motor Skills* 2000
8. Melcher MH, Lund DR. *Sports Vision* and the high school student athlete. *Journal of the American Optometric Association* 1992
9. La visión en el baloncesto, Luisa Quevedo y Joan Solé y fortóo, 2007
10. Diferencias de género en agudeza visual dinámica y sensibilidad al contraste, Luisa Quevedo y Aroa Perez
11. Evaluación de la agudeza visual dinámica: una aplicación al contexto deportivo, Luisa Quevedo
12. Immature visual neural system in children reflected by contrast sensitivity with adaptive optics correction, Rong Liu, Jia Wei Zhou, [...], y Yifeng Zhou
13. Valores de normalidad de sensibilidad al contraste en niños entre cuatro y siete años de la localidad de Chapinero, Bogotá
14. Ripoll, H. (1991). The understanding-acting process in sport.The relationship between the semantic and sensoriomotor visual funtion. *International Journal of Sport Psychology*
15. Comparación de la atención visual y campo visual en deportistas en función del nivel de pericia, Iván González García y Luis Casáis Martínez
16. Granda J, Mingorance A, Mohamed N, Reyes MT., Barbero JC, Hinojo D. Diferencias en el desempeño en pruebas de hardware visual en función del género. Un estudio con jugadores y jugadoras de baloncesto de 13 años, 2004
17. Evaluación de los movimientos oculares sacádicos mediante un videojuego de entrenamiento de la motilidad ocular: "Los Picapiedra sobre ruedas", Manuel Rodríguez Vallejo, Adela Bernabeu Juárez, Soraya García Pérez, Lucía Leal Pino
18. Reading and Visual Search: A Developmental Study in Normal Children, Magali Seassau y Maria-Pia Bucci, 2013
19. Bases optométricas para una lectura eficaz, COI, Sara B. Díaz Álvarez, Antonio Gómez García, Celia Jiménez Garófano, M^a del Pilar Martínez Jiménez, Junio 2004
20. Ripoll H, Azemar G. *Traitement des informations visuelles prises de decision et réalisation de l'action en sport*, 1987
21. Valor de normalidad de la amplitud y la flexibilidad acomodativa para diagnosticar problemas acomodativos
22. Acomodación: Lic. Opt. Karina Hilario Valerio Profesor del CICS-UST]
23. Romano PE, Romano JA, Puklin JE. Stereoacuity development in children with normal binocular single vision. *Am J Ophthalmol*, 1975
24. Change of Stereoacuity with Aging in Normal Eyes, Se-Youp Lee y Nam-Kyun Koo
25. Jani SN. The age factor in stereopsis screening. *Am J Optom*, 1966